

DIN EN 12299:2025-01 (D)

Bahnanwendungen - Fahrkomfort für Fahrgäste - Messung und Auswertung; Deutsche Fassung EN 12299:2024

Inhalt	Seite
Europäisches Vorwort.....	12
1 Anwendungsbereich.....	14
2 Normative Verweisungen	14
3 Begriffe	14
4 Symbole, Einheiten und Abkürzungen	17
5 Allgemeine Beschreibung	19
5.1 Allgemeines.....	19
5.2 Schwingungseinwirkungen auf Fahrgäste	20
5.3 Anwendung.....	21
5.4 Eigenschaften von Schienenfahrzeugbewegungen.....	21
5.5 Fahrkomfort.....	22
5.6 Direkte und indirekte Messungen	22
5.7 Zusammenfassende Verfahrenstabelle.....	22
5.8 Anwendung der Komfortkenngrößen	23
6 Mittlerer und Kontinuierlicher Komfort	24
6.1 Allgemeines.....	24
6.2 Grundlage des Verfahrens	25
6.3 Methodik	25
6.4 Prüfbedingungen.....	26
6.4.1 Allgemeines.....	26
6.4.2 Auswahl der Messabschnitte	26
6.4.3 Prüfungsgeschwindigkeit	26
6.4.4 Rad-Schiene-Kontaktgeometrie	27
6.4.5 Fahrzeugzustand	27
6.5 Zu messende Parameter.....	27
6.5.1 Allgemeines.....	27
6.5.2 Lage der Messpunkte	27
6.5.3 Filterung.....	28
6.6 Definition von Zwischengrößen	28
6.7 Definition der Komfortkenngrößen.....	30
6.7.1 Kontinuierlicher Komfort.....	30
6.7.2 Standardverfahren Mittlerer Komfort	30
6.7.3 Mittlerer Komfort – vollständiges Verfahren.....	31
6.8 Prüfbericht	31
7 Komfort in Übergangsbögen.....	31
7.1 Allgemeines.....	31
7.2 Grundlage des Verfahrens	31
7.3 Methodik	32
7.4 Versuchsbedingungen	32
7.4.1 Allgemeines.....	32
7.4.2 Auswahl der Messabschnitte	32
7.4.3 Fahrgeschwindigkeit.....	33
7.4.4 Rad-Schiene-Kontaktgeometrie	33
7.4.5 Fahrzeugzustand	33

7.5	Zu messende Parameter	33
7.5.1	Allgemeines.....	33
7.5.2	Lage der Messpunkte	33
7.5.3	Filterung.....	33
7.6	Definition von Zwischengrößen	33
7.6.1	Symbole und Indizes	33
7.6.2	Mittelungsverfahren	34
7.6.3	Identifikation der Übergangszeitabschnitt.....	35
7.6.4	Zwischengrößen.....	35
7.7	Definition der Komfortkenngröße PCT	36
7.8	Alternative Komfortkenngröße ‚gleitende PCT über 3 Sekunden‘	37
7.9	Versuchsbericht.....	39
8	Komfort bei diskreten Ereignissen	39
8.1	Allgemeines.....	39
8.2	Grundlage des Verfahrens.....	40
8.3	Methodik.....	40
8.4	Prüfbedingungen.....	40
8.4.1	Allgemeines.....	40
8.4.2	Auswahl der Prüfabschnitte	41
8.4.3	Prüfgeschwindigkeit	41
8.4.4	Rad-Schiene-Kontaktgeometrie	41
8.4.5	Fahrzeugzustand	41
8.5	Zu messende Parameter	41
8.5.1	Allgemeines.....	41
8.5.2	Anordnung der Messpunkte	41
8.5.3	Filterung.....	41
8.6	Definition der Größen.....	41
8.6.1	Symbole und Indizes	41
8.6.2	Mittelungsverfahren um den Mittelwert zu erhalten.....	42
8.6.3	Maximaler Spitze-Spitze-Wert	43
8.7	Definition der Komfortkenngröße PDE	43
8.8	Prüfbericht	43
9	Anleitung für die Interpretation der Ergebnisse	43
9.1	Allgemeines.....	43
9.2	Mittlerer Komfort.....	44
9.3	Kontinuierlicher Komfort.....	44
9.4	Komfort in Übergangsbögen.....	45
9.5	Komfort bei diskreten Ereignissen	45
	Anhang A (normativ) Bezugssystem.....	46
	Anhang B (normativ) Messtechnik.....	48
B.1	Allgemeines.....	48
B.2	Messausrüstung.....	48
B.2.1	Allgemeines.....	48
B.2.2	Messwertgeber und Signalverstärker	48
B.2.3	Aufzeichnungsgerät.....	49
B.2.4	Befestigung des Messwertgebers am Boden	49
B.3	Messvorrichtung für Sitze und ihre Anwendungen.....	49
	Anhang C (normativ) Gewichtungskurven	52
C.1	Allgemeines.....	52
C.2	Filterfunktionen	52
C.2.1	Allgemeines.....	52
C.2.2	Bandbegrenzungsfilter.....	53
C.2.3	Beschleunigungs-Geschwindigkeitsübergang	53
C.2.4	Oberer Übergang.....	54
C.2.5	Gesamte Frequenzbewertung	54

C.2.6	Verringerung der Obergrenze des Frequenzbereichs in vertikaler Richtung.....	54
C.3	Toleranzen.....	54
C.4	Diagramme.....	56
Anhang D (informativ) Spezifizierung der Fahrzeugeigenschaften bezüglich des Fahrkomforts.....		59
D.1	Allgemeines.....	59
D.2	Kenntnis der Strecke für die Komfortbewertung.....	59
D.3	Gleisbedingungen.....	59
D.4	Spezifikation von Fahrzeugbedingungen.....	60
D.5	Allgemeine Spezifikation.....	60
Anhang E (normativ) Fahrzeugbeurteilung bezüglich des Fahrkomforts.....		61
E.1	Allgemeines.....	61
E.2	Gleislagequalität.....	61
E.3	Prüfbedingungen.....	62
E.3.1	Auswahl der Messabschnitte und Auswerteabschnitte.....	62
E.3.2	Prüfgeschwindigkeit.....	62
E.3.3	Rad-Schiene-Kontaktgeometrie.....	62
E.3.4	Fahrzeugzustand.....	63
E.4	Akzeptable Abweichungen vom Verfahren zur Auswertung für kontinuierlichen Komfort oder mittleren Komfort.....	63
E.5	Prüfbericht.....	65
Anhang F (informativ) Darstellung des Prüfberichts.....		66
F.1	Allgemeines.....	66
F.2	Versuchsziel.....	66
F.3	Versuchsausführer.....	66
F.4	Quellenangaben.....	66
F.5	Versuchsbedingungen.....	66
F.5.1	Allgemeine Angaben.....	66
F.5.2	Fahrzeug.....	66
F.5.3	Sitz (bei vollständigem Verfahren für mittleren Komfort).....	67
F.5.4	Sitzbenutzer (bei vollständigem Verfahren für mittleren Komfort).....	67
F.5.5	Gleis.....	67
F.5.6	Geschwindigkeitsprofil.....	67
F.5.7	Versuchsordnung.....	67
F.6	Messung und Datenverarbeitung.....	68
F.6.1	Messung.....	68
F.6.2	Datenverarbeitung.....	68
F.6.3	Abweichungen.....	68
F.7	Bericht für mittleren Komfort und für kontinuierlichen Komfort.....	68
F.7.1	Allgemeines.....	68
F.7.2	Zeitreihen.....	68
F.7.3	Statistische Ergebnisse.....	68
F.7.4	Komfortauswertung.....	69
F.7.5	Spektralanalyse.....	69
F.8	Bericht für Komfort in Übergangsbögen.....	73
F.9	Bericht für Komfort bei diskreten Ereignissen.....	73
Anhang G (informativ) Anleitung für die Anwendung direkter Versuche.....		76
Anhang H (informativ) Ablaufplan für die Berechnung von RMS-Werten aus gemessenen (oder simulierten) Beschleunigungszeitreihen.....		77
Anhang I (informativ) Bestimmende Größen.....		79
Anhang J (informativ) Hinweise zur Verwendung von Simulationen.....		82
J.1	Allgemeines.....	82
J.2	Nutzen.....	82
J.3	Anwendungen.....	82
J.4	Genauigkeit und Einschränkungen.....	83

J.5	Stand der Technik bei Schienenfahrzeug-ENs	83
Anhang K (informativ)	Gesamtfahrzeugwert für die mittlere Komfortkenngröße	85
K.1	Definition des Gesamtfahrzeugwertes	85
K.2	Einfaches Beispiel	85
K.3	Größtmögliche Vereinfachung.....	86
K.4	Fahrzeugbezogene Vereinfachung	87
K.5	Auswerteabschnittorientierte Vereinfachung.....	88
K.6	Verteilung des Fahrkomforts	88
K.7	Kombinationen von Vereinfachungen.....	88
K.8	Vollständige Analyse	88
K.9	Anwendung der NMV-Komfortindex-Skala.....	88
	Literaturhinweise	89

Bilder

Bild 1	— Lage der Messpunkte; doppelstöckige und einstöckige Reisezugwagen	28
Bild 2	— Relevante Zeitspannen t_{ci} beim Bogenübergang.....	35
Bild 3	— Interpretation der Benennungen \bar{y}_{smax} und y_{1smax} in der PCT -Gleichung	36
Bild 4	— Interpretation der Benennung ϕ_{1smax} in der PCT -Gleichung	36
Bild 5	— Darstellung der Berechnung eines gleitenden PCT	39
Bild 6	— Interpretation von \bar{y}_{2st} und \bar{y}_{PPt} bei der Berechnung von PDE	42
Bild A.1	— Lokales Bezugssystem für einen Fahrzeugaufbau.....	46
Bild A.2	— Lokale Bezugssysteme für eine sitzende Person.....	47
Bild A.3	— Lokales Bezugssystem für eine stehende Person.....	47
Bild B.1	— Sitzschalen-Messvorrichtung (für y- und z-Richtung).....	50
Bild B.2	— Sitzschalen-Messvorrichtung	50
Bild B.3	— Sitzrückenlehnen-Messvorrichtung	51
Bild C.1	— Toleranzen für W_b	55
Bild C.2	— Toleranzen für W_c	55
Bild C.3	— Toleranzen für W_d	56
Bild C.4	— Toleranzen für W_p	56
Bild C.5	— Größen der Frequenzbewertung W_b für vertikale Schwingung entlang der z-Achse für Boden und Sitzschale.....	56
Bild C.6	— Größen der Frequenzbewertung W_c für horizontale Schwingung entlang der x-Achse für den Sitzrücken	57
Bild C.7	— Größen der Frequenzbewertung W_d für horizontale Schwingung entlang der x- oder y-Achse für den Boden oder entlang der y-Achse für die Sitzschale	58

Bild C.8 — Größen der Frequenzbewertung W_p für Querschleunigung für PCT und PDE und für Rollgeschwindigkeit für PCT -Auswertung.....	58
Bild E.1 — Beispiel für die Positionen der Beschleunigungssensoren in Doppelstockfahrzeugen.....	64
Bild E.2 — Beispiel für die Positionen der Beschleunigungssensoren in einstöckigen Fahrzeugen	65
Bild F.1 — Kontinuierlicher Komfort — Erfassung von Fünf-Minuten-Auswerteabschnitten.....	71
Bild F.2 — Beispiel für kontinuierlichen Komfort und statistische Verteilung für einen Fünf-Minuten-Zeitabschnitt.....	72
Bild F.3 — Beispiel der gewichteten (dicke Linie) und ungewichteten (dünne Linie) spektralen Leistungsdichte für die Beschleunigung am Fußboden in x-, y- und z-Richtung (Dauer: 307,2 s / Abtastrate: 400 Hz / FFT: 2 048 Punkte)	72
Bild F.4 — Beispiel für Zeitreihen zur P_{DE} -Auswertung.....	75
Bild K.1 — 6-Wagen-Einheit	85
Bild K.2 — 6-Wagen-Gelenkfahrzeug	85
Tabellen	
Tabelle 1 — Symbole und Einheiten — Teil 1.....	17
Tabelle 2 — Symbole und Einheiten — Teil 2.....	18
Tabelle 3 — In diesem Dokument berücksichtigte Elemente.....	21
Tabelle 4 — Bewegungsgrößen und Messstelle zur Bewertung des Fahrkomforts.....	23
Tabelle 5 — Vorgaben für verschiedene Komfortkenngrößen zur Bewertung des Fahrkomforts und darauf bezogener Fahrzeugbeurteilungen	23
Tabelle 6 — Anleitung zum Gebrauch der verschiedenen Komfortkenngrößen für andere Anwendungen.....	24
Tabelle 7 — Konstanten für Komfortkenngröße PCT	37
Tabelle 8 — Konstanten für Komfortkenngröße PDE	43
Tabelle 9 — Bewertungsmaßstab für die Komfortkenngröße NMV	44
Tabelle 10 — Maßstab für die Komfortkenngrößen CC_y und CC_z	44
Tabelle B.1 — Frequenzbereich für die globale Übertragungsfunktion.....	48
Tabelle C.1 — Gewichtungskurven.....	52
Tabelle C.2 — Parameter und Übertragungsfunktionen der Frequenzbewertungen	52
Tabelle I.1 — Bestimmende Größen für den mittleren Komfort.....	79
Tabelle I.2 — Bestimmende Größen für den Komfort in Übergangsbögen und für den Komfort bei diskreten Ereignissen	81

Tabelle K.1 — Beispiele für NMVs an 5 Auswerteabschnitten für jeden Messpunkt.....	86
Tabelle K.2 — Beispiel für die fahrzeugbezogene Vereinfachung	87
Tabelle K.3 — Beispiel für eine Auswerteabschnittsorientierte Vereinfachung	88